

РОЗПОДІЛ ГРАДІЄНТА ТЕМПЕРАТУРИ В СИНХРОННОМУ ГЕНЕРАТОРІ ПРИ КОРОТКОМУ ЗАМИКАННІ ОБМОТКИ ЗБУДЖЕННЯ

Гераскін О.А., к.т.н., доц., Воблікова А.О., студентка
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки

Вступ. На сьогоднішній день значна кількість потужних синхронних генераторів (СГ), що знаходяться в експлуатації, вичерпала гарантійні терміни роботи, які встановлені заводами-виготовлювачами. Одним із головних факторів, який визначає надійність роботи СГ, є допустимий нагрів обмоток статора і ротора.

Одним з характерних ушкоджень явнополюсних СГ є короткі замикання витків обмотки збудження [1, 2]. Наявність короткозамкнених витків на одному полюсі навіть при невеликій їх кількості може суттєво впливати на роботу СГ і призводити до ряду негативних явищ. Так, через зменшення потоку збудження ушкодженого полюса ротора розподіл магнітного поля в повітряному проміжку СГ стає несиметричним, ЕРС, що індукуються в окремих паралельних гілках обмотки статора, мають різну величину, що призводить до появи урівнюючих струмів, збільшення електричних втрат і зменшення ККД СГ. Змінюється розподіл температури в СГ – різні полюси ротора мають різну температуру, збільшується нагрів обмотки статора, на окремих ділянках конструкції збільшуються градієнти температури, що призводить до появи додаткових термомеханічних напружень тощо.

Мета роботи. Метою статті є дослідження методами математичного моделювання особливостей розподілу градієнта температури в явнополюсному СГ, які виникають внаслідок коротких замикань в обмотці збудження.

Матеріал і результати дослідження. Дослідження проводилися на прикладі явнополюсного СГ потужністю 500 кВт, який використовується як автономний синхронний генератор (СГ) на малопотужних гідроелектростанціях і має наступні номінальні дані: напруга статора – 6 кВ; струм статора – 57 А; $\cos\varphi = 0,9$; ККД = 94%; напруга ротора – 65 В; струм ротора – 320 А; кількість полюсів – 12; частота обертання 500 об/хв; клас нагрівостійкості ізоляції обмоток статора і ротора – В (130 °С).

Досліджувалася величина градієнта (перепада) температури, яка впливає на величину термомеханічних напружень в елементах конструкції СГ і тому є важливою характеристикою температурного поля машини.

При проектуванні СГ приблизне розрахункове значення градієнту температури в ізоляції становить 4680 °С/м. Однак результати виконаних польових розрахунків показують, що реальні значення градієнта температури в ізоляції обмоток СГ значно перевищують розрахункові значення, прийняті при проектуванні.

При дослідженні температурного градієнта в елементах СГ (рис. 1) було визначено, що:

1) найбільша величина градієнту температури спостерігається в витковій ізоляції обмотки збудження (38382 °С/м);

2) великі значення градієнта також спостерігаються в ізоляції обмотки статора (до $12000\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$) і в пазових клинах (до $24000\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$).

3) градієнт температури в сталі полюсів ротора СГ має невеликі значення (від 6 до $160\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$). Локальні перевищення допустимого значення градієнта температури в сталі полюсів ротора розташовані біля котушки збудження і можуть бути величиною до $490\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$ біля полюсних наконечників.

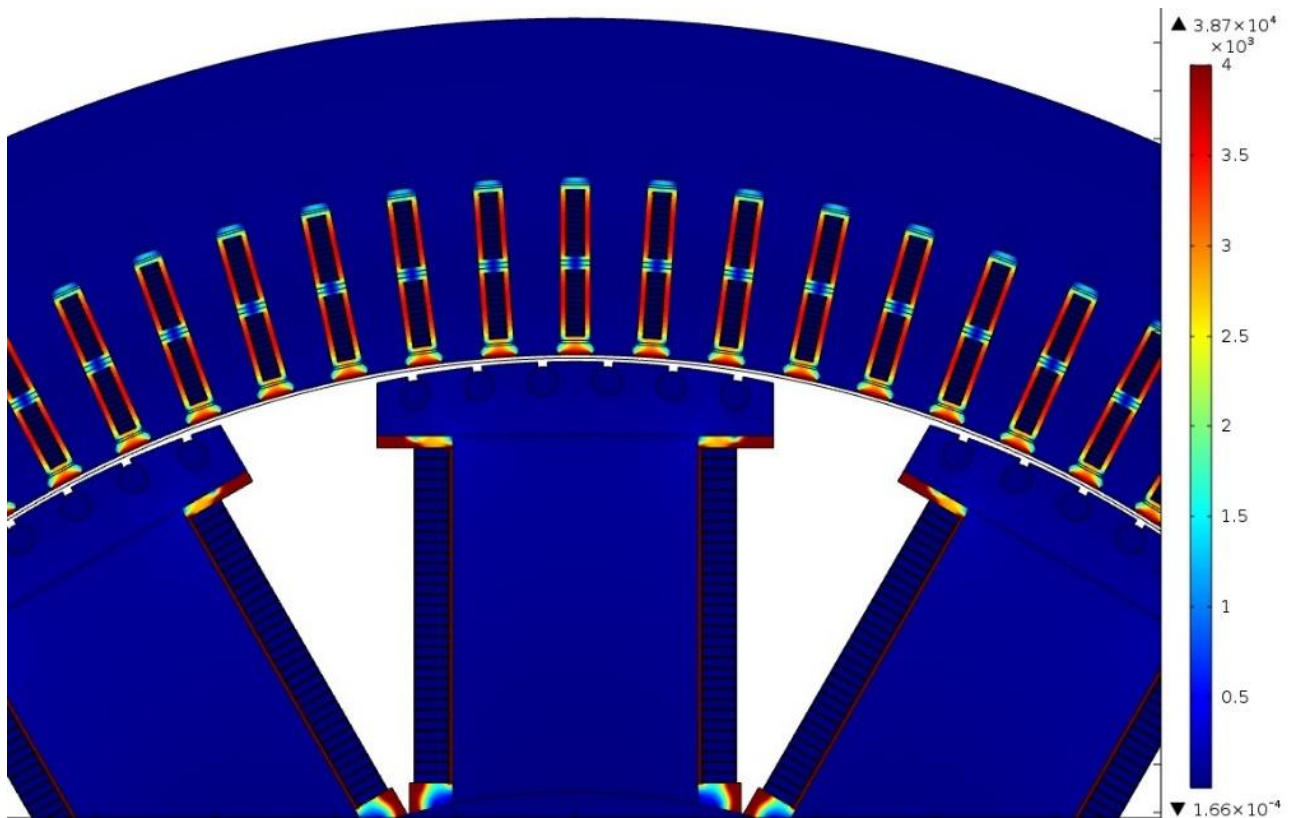


Рисунок 1 – Розподіл температурного градієнта в ізоляції обмоток СГ

Виявлено, що при ушкодженні котушки одного полюса ротора СГ значення градієнта температури в сталі полюсів ротора СГ біля котушки збудження зростає в 4,35 рази (від 121 до $527\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м}$).

Градієнт температури в витковій ізоляції обмотки збудження при ушкодженні котушки одного полюса ротора СГ зростає на 18,8%.

Висновки. В статті методами математичного моделювання досліджено особливості розподілу градієнта температури в елементах явнополюсного СГ. При ушкодженні котушки одного полюса ротора СГ значення градієнта температури в елементах СГ значно зростають.

Перелік посилань

1. Федоренко Г.М. Теплове навантаження ротора турбогенератора типу ТГВ-300, що модернізується на основі маловитратної d-q технології / Г.М. Федоренко, Ю.М. Васьковський, В.О. Саратов, В.В. Кузьмін, Ю.В. Зозулін // Новини енергетики. – 1998. – № 5. – С. 41–47.

2. Федоренко Г.М. Розподіл температури в роторі при форсуванні струму збудження в Q-обмотці турбогенератора ТГВ-300, що модернізується / Г.М. Федоренко, Ю.М. Васьковський, В.О. Саратов // Новини енергетики. – 1998. – № 4. – С. 33–39.